

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月29日 (29.07.2004)

PCT

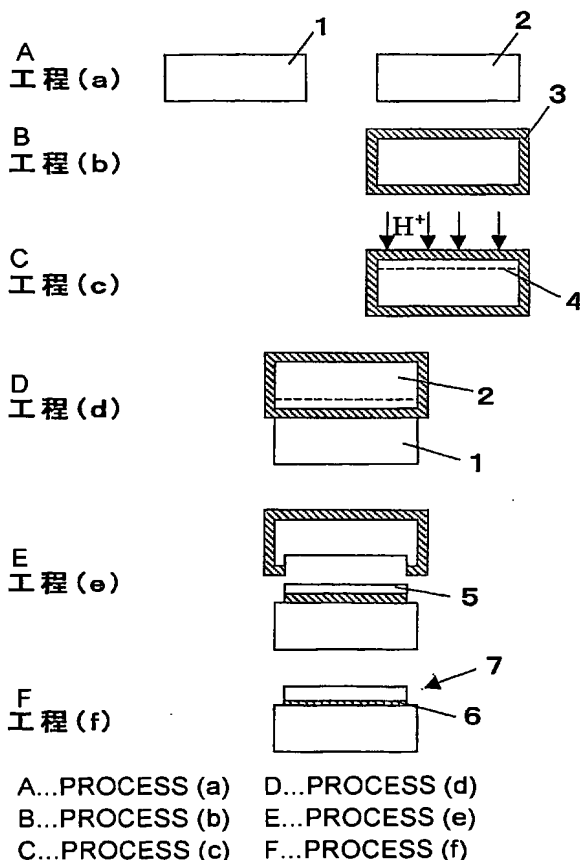
(10) 国際公開番号
WO 2004/064145 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/76, 27/12 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016796
- (22) 国際出願日: 2003年12月25日 (25.12.2003) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 阿賀 浩司 (AGA,Hiroji) [JP/JP]; 〒379-0125 群馬県安中市中野谷字松原507 信越半導体株式会社 横野平工場内 Gunma (JP). 横川 功 (YOKOKAWA,Isao) [JP/JP]; 〒379-0125 群馬県安中市中野谷字松原507 信越半導体株式会社 横野平工場内 Gunma (JP). 高野 清隆 (TAKANO,Kiyotaka) [JP/JP]; 〒379-0125 群馬県安中
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-004833 2003年1月10日 (10.01.2003) JP

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF PRODUCING SOI WAFER AND SOI WAFER

(54) 発明の名称: SOI ウェーハの製造方法及びSOI ウェーハ



(57) **Abstract:** A method of producing a SOI wafer by forming an oxide film on the surface of at least one of a bond wafer and a base wafer, pasting the bond wafer and the base wafer together via the formed oxide film, and then forming the bond wafer into a thin film, wherein an oxide film is formed so that a total thickness of the oxide film formed on the surface of at least one of a bond wafer and a base wafer is larger than the thickness of an embedded oxide film provided in the SOI wafer to be produced, then the bond wafer and the base wafer are pasted together via the formed oxide film before the bond wafer is formed into a thin film to form a SOI layer, and the obtained pasted wafer is heat-treated to reduce the thickness of the embedded oxide film. Accordingly, this method can produce a SOI wafer having a SOI layer very excellent in crystallinity and being free from blisters and voids despite a reduction in the thickness of the embedded oxide film.

(57) **要約:** 本発明は、ボンドウエーハとベースウェーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該形成した酸化膜を介して前記ボンドウエーハとベースウェーハとを貼り合せた後、ボンドウエーハを薄膜化することによってSOIウェーハを製造する方法において、前記ボンドウエーハとベースウェーハの少なくとも一方の表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、前記製造されるSOIウェーハが有する埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行った後、該形成した酸化膜を介してボンドウエーハとベースウェーハとを貼り合せてからボンドウエーハを薄膜化してSOI層

を形成し、得られた貼り合せウェーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うSOIウェーハの製造方法である。これにより、埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもブリストアやボイドを発生させず、SOI

[続葉有]



市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社 横野平
工場内 Gunma (JP). 三谷 清 (MITANI, Kiyoshi) [JP/JP];
〒379-0125 群馬県 安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越
半導体株式会社 横野平工場内 Gunma (JP).

(74) 代理人: 好宮 幹夫 (YOSHIMIYA, Mikio); 〒111-0041
東京都台東区元浅草2丁目6番4号 上野三生ビル
4 F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, SG, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

一 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

S O I ウェーハの製造方法及び S O I ウェーハ

5 技術分野

本発明は、絶縁体上にシリコン層が形成された S O I (S i l i c o n o n i n s u l a t o r) 構造を有する S O I ウェーハを製造する方法及びその方法で製造された S O I ウェーハに関する。

10 背景技術

近年、絶縁体上にシリコン層 (S O I 層) が形成された S O I 構造を有する S O I ウェーハが、デバイスの高速性、低消費電力性、高耐圧性、耐環境性等に優れていることから、電子デバイス用の高性能 L S I 用ウェーハとして特に注目されている。

- 15 この S O I ウェーハの代表的な製造方法として、シリコンウェーハに酸素イオンを高濃度で打ち込んだ後に高温で熱処理を行ってウェーハ内に酸化膜を形成する S I M O X 法や、貼り合わせ法と呼ばれる方法等がある。貼り合わせ法とは、S O I 層を形成するボンドウェーハと支持基板となるベースウェーハのうちの少なくとも一方に酸化膜を形成し、その酸化膜を介してボンドウェーハとベースウェーハとを貼り合わせた後ボンドウェーハを薄膜化することによって、絶縁体である埋め込み酸化膜上に S O I 層が形成された S O I ウェーハを製造する方法である。

- 20 この貼り合わせ法を利用した S O I ウェーハの製造方法には、研削研磨法、P A C E (P l a s m a A s s i s t e d C h e m i c a l E t c h i n g) 法、イオン注入剥離法 (スマートカット (登録商標) 法とも呼ばれる。特許第 3 0 4 8 2 0 1 号公報参照)、E L T R A N 法等が知られている (シリコンの科学、U C S 半導体基盤技術研究会編集、リアライズ社発行、p. 4 4 3 - 4 9 6 参照)。

ここで、イオン注入剥離法について、図 2 を参照しながら説明する。まず、ベ

ースウエーハ 1 1 とボンドウエーハ 1 2 の二枚のシリコンウエーハを準備する（工程（a'））。次に、これらのうちの少なくとも一方のウエーハ（この場合、ボンドウエーハ）に酸化膜 1 3 を形成した後（工程（b'））、ボンドウエーハ 1 2 に水素イオンまたは希ガスイオンを注入してボンドウエーハ 1 2 の内部にイオン
5 注入層 1 4 を形成する（工程（c'））。そして、ボンドウエーハ 1 2 のイオンを注入した方の面を酸化膜 1 3 を介してベースウエーハ 1 1 と貼り合わせた後（工程（d'））、剥離熱処理を加えてイオン注入層 1 4 を劈開面（剥離面）としてボンドウエーハ 1 2 を剥離することで薄膜化して S O I 層 1 5 を形成し（工程（e'））、その後、さらにウエーハ同士の結合を強固にするための結合熱処理や研磨
10 代の極めて少ないタッチポリッシュと呼ばれる鏡面研磨等を施すことによって S O I ウエーハ 1 6 を製造することができる（工程（f'））。

しかしながら、S O I ウエーハを製造する際に、上記のように機械加工の要素を含む鏡面研磨を最終段階に行ってしまうと、研磨の取り代が均一でないために、イオン注入・剥離によって達成された S O I 層の膜厚均一性が悪化するという
15 問題が生じ、さらに結合熱処理後に鏡面研磨を行うため、工程が多く煩雑であり、コスト的にも不利である。

このような問題を解決するために、例えば特開平 1 1 - 3 0 7 4 7 2 号公報では、イオン注入剥離法により S O I 層を形成し、結合熱処理を行った後、鏡面研磨を行わずに S O I ウエーハの S O I 層の表面粗さや結晶欠陥を低減するために
20 、水素や A r 雰囲気で高温熱処理を行なう技術を開示している。

また、近年の半導体デバイスの高集積化に伴い、より高品質の S O I ウエーハの製造が求められており、例えば薄い埋め込み酸化膜を有する S O I ウエーハや S O I 層の結晶性を向上させた S O I ウエーハ等が求められている。

一般に、上記のようにしてイオン注入剥離法により S O I ウエーハを製造する場合、S O I ウエーハ内に所望の厚さを有する埋め込み酸化膜を形成するために
25 、ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方に形成する酸化膜を所望される埋め込み酸化膜の厚さと同じ厚さとなるように形成し、その後ウエーハ同士を貼り合わせるにより S O I ウエーハの製造を行っている。

しかしながら、例えば 1 0 0 n m 以下の埋め込み酸化膜を有する S O I ウエー

ハを作製する場合、ウエーハを貼り合わせ後剥離熱処理を行った際に、図 3 に示すように、ベースウエーハ 31 の上に埋め込み酸化膜 32 と S O I 層 33 が積層された S O I ウエーハにプリスター 34 やボイド 35 を発生させて、未結合部が生ずる場合が多かった。そして、S O I ウエーハの埋め込み酸化膜の厚さが薄くなるほど、このようなプリスターやボイドが発生しやすくなり、良品が得られ難く、歩留まりを悪化させるという問題があった。

今後、S O I ウエーハに形成される埋め込み酸化膜の厚さは、100 nm から 50 nm 等へとさらに薄くなる方向に進むと考えられる。そのため、埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもプリスター及びボイドを発生させずに、高い歩留まりで S O I ウエーハを製造することが望まれている。

さらに、上記貼り合わせ法により S O I ウエーハに形成された S O I 層の結晶性は、S I M O X 法に比べて良好であるものの、エッチングすることによって現れる H F 欠陥や S e c c o 欠陥と呼ばれる結晶欠陥が完全になくなっているわけではなく、さらなる結晶性の改善が望まれている。

発明の開示

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもプリスター及びボイドを発生させず、S O I 層の結晶性が極めて良好な S O I ウエーハを製造する方法を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明によれば、ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該形成した酸化膜を介して前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合せた後、ボンドウエーハを薄膜化することによって、埋め込み酸化膜上に S O I 層が形成された S O I ウエーハを製造する方法において、前記ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、前記製造される S O I ウエーハが有する埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行った後、該形成した酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合せた後、ボンドウエーハを薄膜化して S O I 層を形成し、その後、得られた貼り合せウエ

ーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことを特徴とするSOIウェーハの製造方法が提供される。

このように、予め所望の厚さより厚い埋め込み酸化膜が得られるようにして酸化膜の形成を行った後、ウェーハ同士を貼り合せてからボンドウェーハを薄膜化してSOI層を形成し、その後貼り合せウェーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって埋め込み酸化膜の厚さを所望の厚さに調整するので、ブリストアやボイドを発生させずに所望の薄い埋め込み酸化膜厚を有するSOIウェーハを高い歩留まりで製造することができる。また、熱処理によって埋め込み酸化膜厚を減少させるので、膜厚が減少した部分は還元されて結晶性が良好なシリコン層となり、さらに、その熱処理の間にその結晶性が良好なシリコン層を種としてSOI層が固層成長するので、結晶性が極めて良好なSOI層を得ることができる。

このとき、前記ボンドウェーハを薄膜化して形成するSOI層の厚さを、500nm以下とすることが好ましい。

SOI層の厚さが500nmより厚い場合、その後の埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行っても埋め込み酸化膜の厚さの減少量が小さいため、所望の厚さの埋め込み酸化膜を得るために長時間の熱処理を行う必要があるが、このようにボンドウェーハの薄膜化等によりSOI層の厚さを500nm以下とすることによって、酸化膜の厚さを減ずる熱処理を効率的に行うことができ、短時間で埋め込み酸化膜を所望の厚さに減少させることができる。

また、前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を、水素ガス、アルゴンガス、またはこれらの混合ガス雰囲気下で1000℃以上の温度で行うことが好ましい。

このような条件で酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、効果的に酸化膜の厚さを減少させて、所望の薄い厚さを有する埋め込み酸化膜を確実に得ることができる。

そして、本発明によれば、前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを100nm以下にすることができる。

このように埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、ブリス

ターやボイドの発生を確実に防止して、100nm以下の厚さを有する埋め込み酸化膜が形成されたSOIウエーハを容易に製造することができる。

さらに、前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせる前に、前記ボンドウエーハの表層部に水素イオンまたは希ガスイオンを注入してイオン注入層を形成しておき、該ボンドウエーハのイオン注入した方の面をベースウエーハと貼り合せた後、前記ボンドウエーハを前記形成したイオン注入層で剥離することによって薄膜化することが好ましい。

本発明は、イオン注入剥離法でボンドウエーハの薄膜化を行う場合に非常に有効であり、このようにイオン注入剥離法を用いて薄膜化を行うことによって、SOI層の膜厚均一性も高いSOIウエーハを得ることができる。

また、前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後、さらに犠牲酸化処理を行うことが好ましい。

このように、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理後に、さらにSOI層に熱酸化膜を形成し、その酸化膜を除去する、いわゆる犠牲酸化処理を行うことによって、イオン注入によってSOIウエーハの表面に生じているダメージ層を除去でき、またSOI層の結晶品質を一層高めつつ、SOI層の膜厚調整を行うことができる。

そして、本発明によれば、上記本発明のSOIウエーハの製造方法により製造されたSOIウエーハを提供することができる。

本発明のSOIウエーハの製造方法により製造されたSOIウエーハであれば、埋め込み酸化膜の厚さが薄くてもブリスター及びボイドがなく、SOI層の結晶性が極めて良好なSOIウエーハとすることができる。

以上説明したように、本発明によれば、埋め込み酸化膜を所望の厚さまで薄くしてもブリスターやボイドが発生してなく、またSOI層の結晶性が極めて良好なSOIウエーハを高い歩留まりで製造することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るイオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造方法の一例を示したフロー図である。

図 2 は、従来のイオン注入剥離法による S O I ウェーハの製造方法を示したフロー図である。

図 3 は、S O I ウェーハに発生するボイド及びプリスターを概略的に説明する概略説明図である。

- 5 図 4 は、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理の熱処理時間と埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係、及び貼り合わせウェーハに形成されている S O I 層の厚さと埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係を示したグラフである。

発明を実施するための最良の形態

- 10 以下、本発明について実施の形態を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

従来、イオン注入剥離法を用いて埋め込み酸化膜厚が 1 0 0 n m 以下となる S O I ウェーハを製造しようとする、貼り合わせ後の剥離熱処理でプリスターやボイドが発生しやすくなり、埋め込み酸化膜の厚さが薄くなるほど、歩留まりが
15 悪化するという問題があった。

このプリスターやボイドの発生に関しては、剥離熱処理中に貼り合わせ界面では貼り合せ面に付着していた有機物などに起因して脱ガスが生じ、埋め込み酸化膜がある程度厚いと剥離熱処理で生じたガスを埋め込み酸化膜中に取り込むことができるが、埋め込み酸化膜が薄い場合は取り込めるガスの容量が減るため剥離
20 熱処理中に発生したガスの全てを取り込めず、その残ったガスに起因してプリスターやボイドが発生すると考えられた。

そこで、本発明者は、プリスターやボイドを発生させずに埋め込み酸化膜の厚さが薄く、また S O I 層の結晶性が良好な S O I ウェーハを製造するための方法について鋭意研究及び検討を重ねた。その結果、貼り合わせ法で S O I ウェーハ
25 を作製する際に、2 枚のウェーハの少なくとも一方のウェーハの表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、製造される S O I ウェーハが有する埋め込み酸化膜の厚さより厚くなるようにしてウェーハに酸化膜の形成を行った後、ウェーハ同士を貼り合わせてから薄膜化を行って S O I 層を形成し、その後得られた貼り合わせウェーハに熱処理を行うことによって、埋め込み酸化膜の厚さをプリスタ

一やボイドを発生させずに100nm以下の所望の厚さまで減少させることができること、さらにSOI層の結晶性も極めて良好となることを見出し、発明を完成させた。

以下、本発明のSOIウエーハの製造方法について、2枚のシリコンウエーハを貼り合わせる場合を例に挙げて図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は、本発明に係るイオン注入剥離法によりSOIウエーハを製造する方法の一例を示すフロー図である。

5 先ず、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備する（工程（a））。この2枚のシリコンウエーハのうち、一方のウエーハはデバイスの仕様に合った支持基板となるベースウエーハ1であり、他方はSOI層となるボンドウエーハ2である。

次に、工程（b）において、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2に熱酸化処理を行ってその表面に酸化膜3を形成する。このとき、ボンドウエーハの表面に形成される酸化膜の厚さは、最終的にSOIウエーハを製造した際にSOIウエーハが有するべき埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるように、例えば100nm以上の厚さを有するようにして酸化膜の形成を行う。このように100nm以上の厚さを有するように酸化膜を形成することによって、後の工程で剥離熱処理を行う際にプリスターやボイドの発生を確実に防止することができる。

尚、この工程（b）において、酸化膜を形成するウエーハはボンドウエーハに限定されるものではなく、ベースウエーハに形成しても、またはベースウエーハとボンドウエーハの両方のウエーハに形成しても良いが、例えば酸化膜をベースウエーハとボンドウエーハの両方に形成する場合では、両方のウエーハの表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、最終的にSOIウエーハが有する埋め込み酸化膜の所望の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行う。

25 続いて、工程（c）では、表面に酸化膜3を形成したボンドウエーハ2の表層部に水素イオン（ H^+ イオン、 H^- イオン、 H_2^+ イオンなど）を注入して、イオンの平均進入深さにおいてウエーハ表面に平行なイオン注入層4を形成する。このとき、ボンドウエーハ2に注入するイオンは、希ガスイオンあるいは水素イオンと希ガスイオンの混合でも良い。

5 ボンドウエーハ 2 にイオン注入層 4 を形成した後、工程 (d) において、ボンドウエーハ 2 の水素イオンを注入した方の面を、酸化膜 3 を介してベースウエーハ 1 に重ね合せて密着させる。このとき、例えば常温の清浄な雰囲気下で 2 枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士を貼り合わせることができる。

10 そして、ウエーハ同士を貼り合わせた後、工程 (e) においてボンドウエーハを薄膜化して S O I 層 5 を形成する。ボンドウエーハ 2 の薄膜化は、例えば不活性ガス雰囲気下約 500℃ 以上の温度で剥離熱処理を加えて、上記の水素イオン注入でボンドウエーハ 2 に形成したイオン注入層 4 を境界面として剥離することによって容易に行うことができる。この時、本発明では、埋め込み酸化膜が予め厚く形成されているので、脱ガスによるボイド、ブリストアの発生が抑制される。尚、貼り合わせ前のウエーハ表面にプラズマ処理を行って活性化した後貼り合わせるにより、前記剥離熱処理を省略することもできる。

15 このようにイオン注入剥離法を用いてボンドウエーハの薄膜化を行うことによって、膜厚均一性が非常に優れている S O I 層を容易に形成することができる。また、ボンドウエーハをイオン注入層で剥離後、タッチポリッシュを行うことにより S O I 層を所望の厚さとなるように高精度に形成することができる。

20 その後、得られた貼り合わせウエーハに工程 (f) で埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことによって、所望の厚さに厚さが減少した埋め込み酸化膜 6 を有する S O I ウエーハ 7 を製造することができる。この最終的に得られる S O I ウエーハの埋め込み酸化膜の厚さは、製品規格により決定されるが、本発明では 100 nm 以下、さらには 50 nm 以下にすることも可能である。

25 尚、タッチポリッシュを省略し、剥離後の貼り合わせウエーハに直接工程 (f) の熱処理を行うことも可能であるし、工程 (f) の熱処理の後にタッチポリッシュを加えても良い。

この酸化膜の厚さを減ずる熱処理の熱処理条件は必要に応じて決定することができ、特に限定されるものではないが、例えば水素ガス、アルゴンガス、またはこれらの混合ガス雰囲気下で 1000℃ 以上、好ましくは 1100℃ 以上、より好ましくは 1150℃ 以上の温度で行う。このような熱処理条件で酸化膜の厚さ

を減ずる熱処理を行うことによって、効果的に埋め込み酸化膜の厚さを減少させて、例えば10～80nmのような100nm未満の厚さを有する埋め込み酸化膜を容易に得ることができるし、またウエーハ同士の結合力を高めて強固に結合したSOIウエーハを製造することができる。

- 5 ここで、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理の熱処理時間と埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係、及び貼り合わせウエーハに形成されているSOI層の厚さと埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係について調べた実験結果について示す。

10 先ず、熱処理時間と埋め込み酸化膜の厚さ減少量の関係を調べるために、上記工程(e)まで行って、80nmの埋め込み酸化膜上に297、525、846
15 nmの厚さのSOI層を有する貼り合わせウエーハをそれぞれ2枚用意し、それぞれの貼り合わせウエーハにアルゴンガス100%雰囲気下、1200℃で1時間または4時間の熱処理時間で埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行い、その後各熱処理条件における埋め込み酸化膜の厚さ減少量を測定した。この埋め込み酸化膜の厚さ減少量の測定は、熱処理前後の貼り合わせウエーハの埋め込み酸化膜の厚さを多層膜分光エリプソメーター(SOPRA社製)を用いて測定することによって行った。

20 その結果、図4に示したように、熱処理時間が長くなるにつれて埋め込み酸化膜の厚さ減少量が大きくなることがわかった。また、図4には示していないが、同じ熱処理時間の場合では、熱処理温度が高くなるほど埋め込み酸化膜の厚さの減少量が大きく、1000℃未満の温度では酸化膜の厚さ減少量が非常に小さかった。

25 さらに、図4から明らかであるように、埋め込み酸化膜上に形成するSOI層の厚さを846nmから297nmへと薄くすることによって、熱処理における埋め込み酸化膜の厚さ減少量を大きくすることができる。また、埋め込み酸化膜上に形成されるSOI層の厚さが500nmより厚い場合、酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行っても埋め込み酸化膜の厚さの減少量が小さいため、所望の厚さの埋め込み酸化膜を得るには長時間の熱処理が必要となることが明らかになった。したがって、ボンドウエーハの薄膜化によって形成されるSOI層の厚さは500nm以下とすることが好ましく、それによって埋め込み酸化膜の厚さを減ずる

熱処理を効率的に行うことができ、短時間で埋め込み酸化膜を所望の厚さに減ずることができる。

さらに、本発明のSOIウエーハの製造方法では、上記の埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後にSOI層に熱酸化膜を形成し、その酸化膜を除去する
5 するという、いわゆる犠牲酸化処理を行うことが好ましい。

例えば、埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後に、酸化性雰囲気下の熱処理を行ってSOI層の表面に酸化膜を形成し、その後、SOI層の表面に形成した酸化膜を除去する。このとき、酸化膜の除去は、例えばHFを含む水溶液でエッチングすることにより行えばよい。HFを含む水溶液でエッチングする
10 ようにすれば、酸化膜のみがエッチングにより除去され、犠牲酸化によりダメージや重金属等の汚染物を除去したSOIウエーハを得ることができる。

このように埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理後にさらに犠牲酸化処理を行うことによって、イオン注入によってSOIウエーハの表面に生じているダメージ層を確実に除去でき、さらにSOI層の結晶品質を一層高めつつSOI層の膜
15 厚調整を行うことができるため、より高品質のSOIウエーハを製造することができる。

以上のような方法でSOIウエーハを製造することによって、プリスターやボイドの発生を抑制して埋め込み酸化膜の厚さを所望の厚さまで薄くしたSOIウエーハを高い歩留まりで製造することができる。また、酸化膜の厚さを減ずる熱
20 処理により埋め込み酸化膜の厚さを減少させるので、膜厚が減少した部分が還元されて結晶性が良好なシリコン層となり、そしてその結晶性が良好なシリコン層を種としてSOI層が固層成長するので、結晶性が極めて良好なSOI層を得ることができる。

25 以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例1)

鏡面研磨が施された直径200mmのシリコンウエーハを用意し、イオン注入

剥離法により製品規格として80nmの厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハの製造を行った。

5 先ず、ボンドウエーハとなる一方のシリコンウエーハに熱酸化を施してウエーハの表面に100nmの厚さで酸化膜を形成した後、53keVの注入エネルギーでシリコンウエーハ中に水素イオンを注入して（ドーズ量： $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ ）、イオン注入層を形成した。その後、酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせた後、窒素ガス雰囲気下、500℃で30分の剥離熱処理を行うことによってイオン注入層で剥離して、SOI層を有するウエーハを作製した。得られた貼り合わせウエーハに60nmの研磨代でタッチポリッシュを施して320nmの厚さを有するSOI層を形成した。

10 その後、貼り合わせウエーハにアルゴンガス雰囲気下、1200℃で4時間の埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを20nm減少させて80nmの厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハを製造した。

15

（実施例2）

鏡面研磨が施された直径200mmのシリコンウエーハを用意し、イオン注入剥離法により製品規格として30nmの厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハの製造を行った。

20 先ず、ボンドウエーハに熱酸化を施してウエーハの表面に80nmの厚さで酸化膜を形成した後、50keVの注入エネルギーでシリコンウエーハ中に水素イオンを注入して（ドーズ量： $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ ）、イオン注入層を形成した。その後、ボンドウエーハと表面に20nmの厚さで酸化膜を有するベースウエーハとを酸化膜を介して貼り合わせた後、窒素ガス雰囲気下、500℃で30分の剥離熱処理を行うことによってイオン注入層で剥離して、SOI層を有するウエーハを作製した。得られた貼り合わせウエーハに60nmの研磨代でタッチポリッシュを施して320nmの厚さを有するSOI層を形成した。

25

その後、貼り合わせウエーハにアルゴンガス雰囲気下、1200℃で14時間の酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを70nm減少

させて 30 nm の厚さの埋め込み酸化膜を有する SOI ウェーハを製造した。

(比較例 1 及び 2)

鏡面研磨が施された直径 200 mm のシリコンウェーハを 2 枚ずつ用意し、イ
5 オン注入剥離法により製品規格として 80 nm (比較例 1) の厚さ、及び 30 nm
(比較例 2) の厚さの埋め込み酸化膜を有する SOI ウェーハを製造した。

まず、ボンドウェーハに熱酸化を施して、それぞれのウェーハの表面に 80 nm
(比較例 1) の厚さ、30 nm (比較例 2) の厚さで酸化膜を形成した後、比
較例 1 のウェーハには 50 keV の注入エネルギーで、また比較例 2 のウェーハ
10 には 44 keV の注入エネルギーでシリコンウェーハ中にそれぞれ水素イオンを
注入して (ドーズ量: $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$)、イオン注入層を形成した。そ
の後、酸化膜を介してボンドウェーハと表面に酸化膜のないベースウェーハとを
貼り合わせた後、窒素ガス雰囲気下、500℃で 30 分の剥離熱処理を行うこと
によってイオン注入層で剥離して、SOI 層を有するウェーハを作製した。得ら
15 れた貼り合わせウェーハにそれぞれ 60 nm の研磨代でタッチポリッシュを施し
て 320 nm の厚さを有する SOI 層を形成した。

上記実施例 1、2 及び比較例 1、2 で製造した SOI ウェーハに蛍光灯下の目
視検査を行い、ボイド及びブリストアの発生の有無を測定した。その測定結果を
、上記の SOI ウェーハの製造条件とともに以下の表 1 に示す。

20

(表 1)

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
トータルで 形成した酸化膜の厚さ	100nm	100nm	80nm	30nm
注入エネルギー	53keV	50keV	50keV	44keV
ドーズ量 ($/\text{cm}^2$)	5.5×10^{16}	5.5×10^{16}	5.5×10^{16}	5.5×10^{16}
タッチポリッシュの研磨代	60nm	60nm	60nm	60nm
SOI 層の膜厚	320nm	320nm	320nm	320nm
酸化膜の厚さを 減ずる熱処理条件	Arガス雰囲気下、 1200℃で 4 時間または 14 時間		なし	なし
熱処理後の 埋め込み酸化膜の厚さ	80nm	30nm	—	—
ボイド及びブリストアの発生量	0	2	19	26

表 1 に示したように、実施例 1 の S O I ウェーハにはボイドもブリストアも発生してなかった。また実施例 2 の S O I ウェーハには、埋め込み酸化膜が 30 nm と薄いにも関わらず、若干のボイド及びブリストアの発生のみが確認された。それに対して、比較例 1 及び 2 の S O I ウェーハは、それぞれ同じ埋め込み酸化膜の厚さを有する実施例 1 及び 2 の S O I ウェーハに比べて、ボイド及びブリストアの発生が顕著に確認され、ウェーハの品質が劣るものであった。

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

例えば、上記本発明の S O I ウェーハの製造方法では、さらにボンドウェーハとベースウェーハの結合強度を高めるための結合熱処理を行っても良く、それによって、ウェーハ同士が一層強固に結合した S O I ウェーハを得ることができる。

さらに、上記実施の形態においては、ボンドウェーハの薄膜化をイオン注入剥離法により行っているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば研削研磨法や P A C E 法を用いる場合にも同様に適用することができる。

請 求 の 範 囲

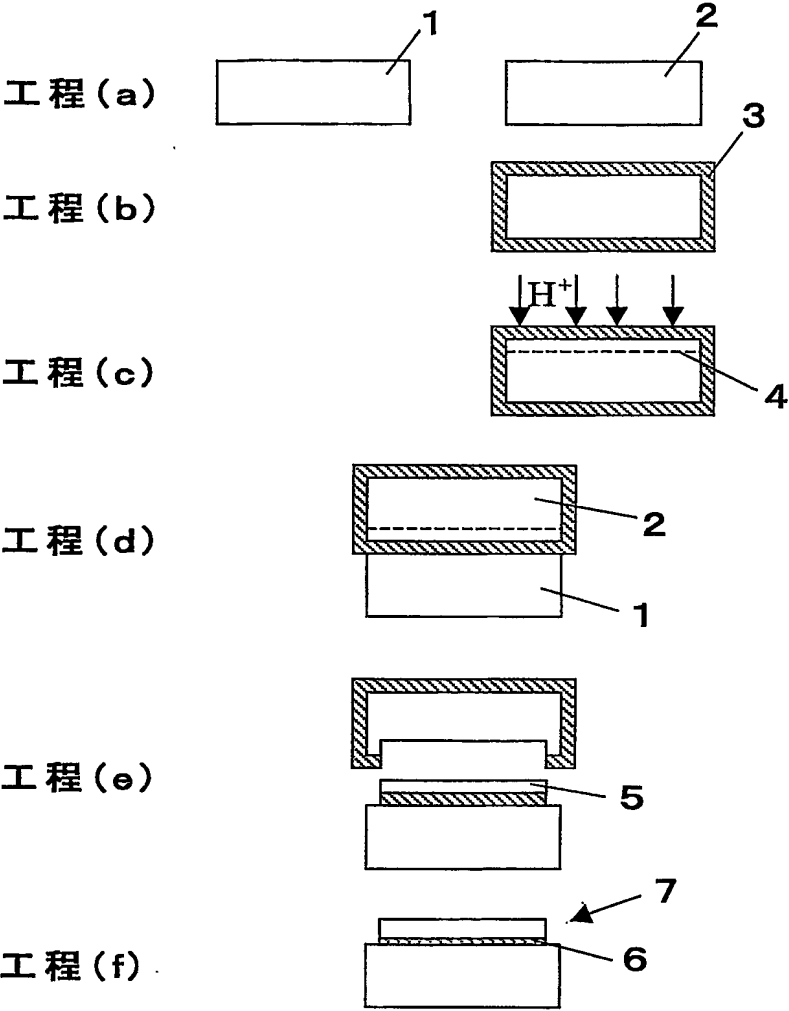
1. ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該形成した酸化膜を介して前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合
5 せた後、ボンドウエーハを薄膜化することによって、埋め込み酸化膜上にS O I層が形成されたS O Iウエーハを製造する方法において、前記ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方の表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、前記製造されるS O Iウエーハが有する埋め込み酸化膜の厚さよりも厚くなるようにして酸化膜の形成を行った後、該形成した酸化膜を介してボンドウエーハ
10 とベースウエーハとを貼り合せてからボンドウエーハを薄膜化してS O I層を形成し、その後、得られた貼り合せウエーハに埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行うことを特徴とするS O Iウエーハの製造方法。
2. 前記ボンドウエーハを薄膜化して形成するS O I層の厚さを、5 0 0 n m
15 以下とすることを特徴とする請求項1に記載のS O Iウエーハの製造方法。
3. 前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を、水素ガス、アルゴンガス、またはこれらの混合ガス雰囲気下で1 0 0 0 ℃以上の温度で行うことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のS O Iウエーハの製造方法。
20
4. 前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行って、埋め込み酸化膜の厚さを1 0 0 n m以下にすることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載のS O Iウエーハの製造方法。
- 25 5. 前記ボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせる前に、前記ボンドウエーハの表層部に水素イオンまたは希ガスイオンを注入してイオン注入層を形成しておき、該ボンドウエーハのイオン注入した方の面をベースウエーハと貼り合せた後、前記ボンドウエーハを前記形成したイオン注入層で剥離することによって薄膜化することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか一項に記載

の S O I ウェーハの製造方法。

6. 前記埋め込み酸化膜の厚さを減ずる熱処理を行った後、さらに犠牲酸化処理を行うことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の S O I ウェーハの製造方法。

7. 請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の S O I ウェーハの製造方法により製造された S O I ウェーハ。

図 1



2 / 3

図 2

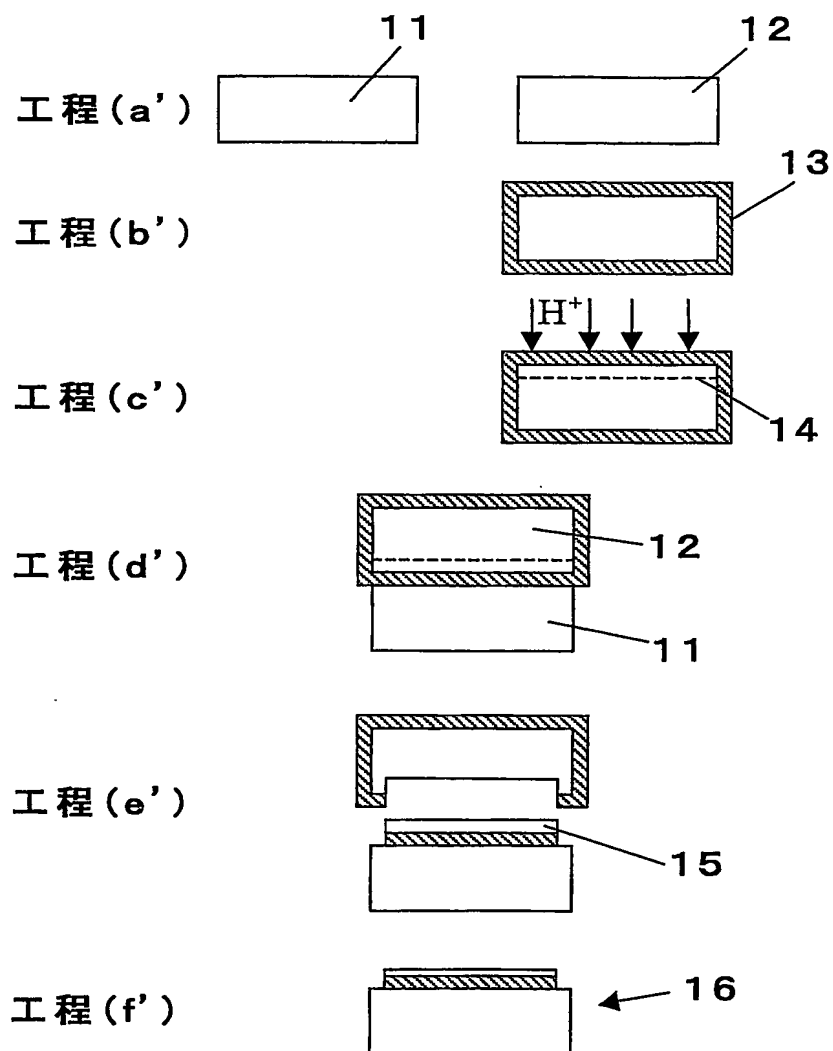


図 3

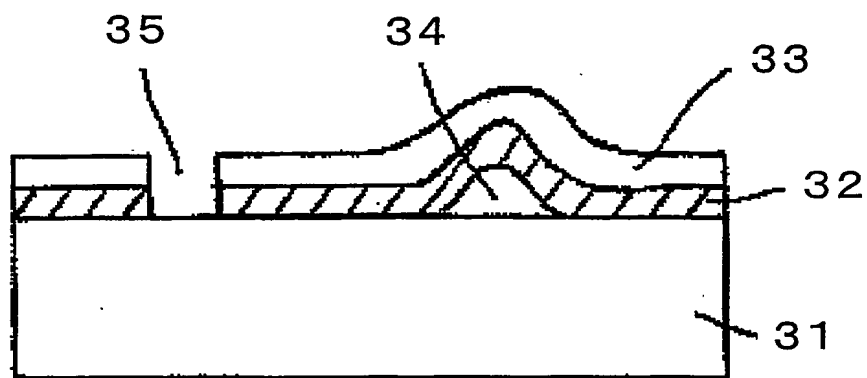
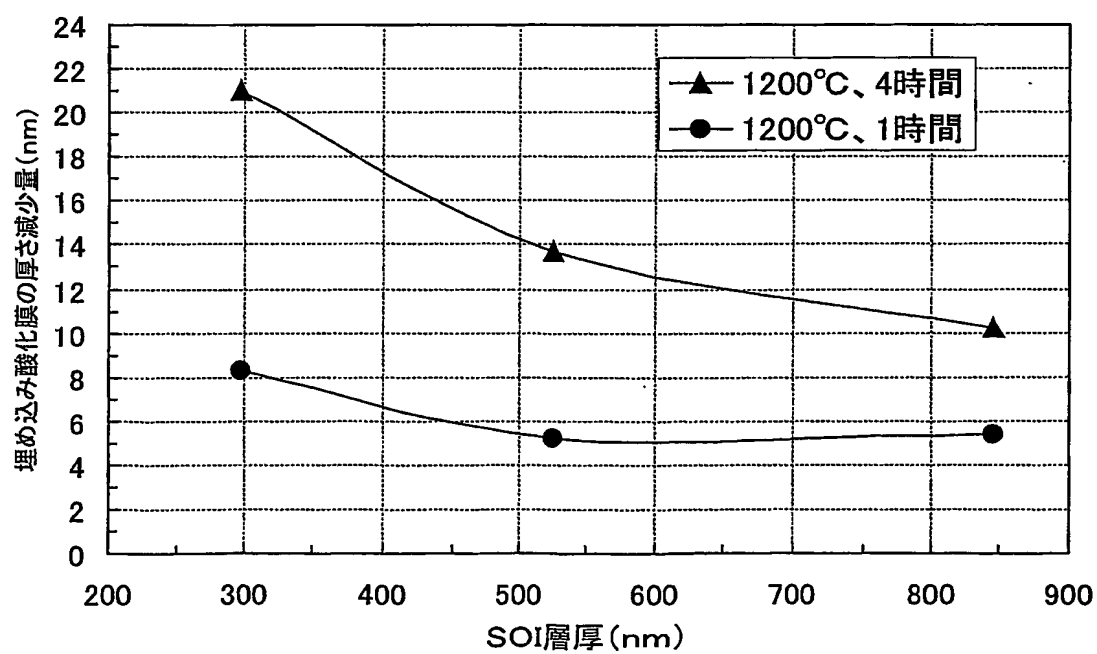


図 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/16796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/76, H01L27/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/02, H01L21/76, H01L27/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<p>X</p> <p>Y</p> <p>A</p>	<p>JP 10-242154 A (Mitsubishi Materials Silicon Corp.), 11 September, 1998 (11.09.98), Full text; all drawings</p> <p>WO 01/28000 A1 (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 19 April, 2001 (19.04.01), Full text; all drawings Full text; all drawings & EP 1158581 A1 & KR 2001-101154 A</p>	<p>1-3, 5, 7 6 4</p> <p>1-3, 5, 7 6 4</p>

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
29 March, 2004 (29.03.04)

Date of mailing of the international search report
13 April, 2004 (13.04.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16796

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00/24059 (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 27 April, 2000 (27.04.00), Full text; all drawings & JP 2000-124092 A Full text; all drawings & EP 1045448 A1 & US 6372609 B1 & KR 2001-033179 A & TW 521314 A	6
Y	WO 01/15215 A1 (S.O. ITEC SILICONON INSULATOR TECHNOLOGIES), 01 March, 2001 (01.03.01), Full text; all drawings & JP 2003-509838 A Full text; all drawings & EP 1208589 A1 & FR 2797713 A1 & KR 2002-026375 A & TW 515000 B	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/76、H01L27/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/02、H01L21/76、H01L27/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-242154 A(三菱マテリアルシリコン株式会社)1998.09.11, 全文, 全図	1-3, 5, 7
Y	全文, 全図	6
A	全文, 全図 (ファミリーなし)	4
X	WO 01/28000 A1(信越半導体株式会社)2001.04.19, 全文, 全図	1-3, 5, 7
Y	全文, 全図	6
A	全文, 全図 &EP 1158581 A1 &KR 2001-101154 A	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
29.03.2004

国際調査報告の発送日
13.4.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
綿引 隆

4M 2934

電話番号 03-3581-1101 内線 3460

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 00/24059 (信越半導体株式会社) 2000. 04. 27, 全文, 全図 &JP 2000-124092 A, 全文, 全図 &EP 1045448 A1 &US 6372609 B1 &KR 2001-033179 A &TW 521314 A	6
Y	WO 01/15215 A1 (S. O. ITEC SILICONON INSULATOR TECHNOLOGIES) 2001. 03. 01, 全文, 全図 &JP 2003-509838 A, 全文, 全図 &EP 1208589 A1 &FR 2797713 A1 &KR 2002-026375 A &TW 515000 B	6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.